

AP20 Rec'd PCT/PTO 11 JUL 2006

## 明 細 書

## 外部電極型放電ランプ、外部電極型放電ランプの製造方法及びバックライトユニット

## 技術分野

- [0001] 本発明は、ガラス管の両端が封止されることで形成された放電空間に放電媒体が封入されていると共に当該ガラス管の両端側の外周に電極を備える外部電極型放電ランプ、その製造方法及びバックライトユニットに関するものである。

## 背景技術

- [0002] 近年、液晶ディスプレイ画面の大型化が進み、画面の裏面に複数のランプを配列させた直下方式のバックライトユニットが採用されている。このような直下方式のバックライトユニットには、複数本のランプのそれぞれの輝度制御が、ガラス管内に電極を有する内部電極型放電ランプに比べて容易なことから、外部電極型放電ランプが使用されているものがある。
- [0003] この外部電極型放電ランプは、ガラス管の両端が封止されることで形成された放電空間に放電媒体が封入されてなるガラスバルブと、当該ガラスバルブの両端部外周に設けられた電極とを備えている。放電媒体は、ガラス管内に負圧状態で封入され、また、電極は、導電体層と、この導電体層の内周面に設けられた粘着層とから構成されている(特許文献1)。
- [0004] なお、液晶ディスプレイ画面については、特に薄型軽量化の要請が強く、外部電極型放電ランプに用いられるガラス管の外径は4.0(mm)以下のものが多く、ガラス管の両端の封止は、通常、チップオフ封止により行われる。

特許文献1:特開2003-229092号公報

## 発明の開示

## 発明が解決しようとする課題

- [0005] しかしながら、発明者らは上記構成の外部電極型放電ランプを製作したところ、ランプの軸方向の両側で輝度むらが大きくなるという問題が生じることが分かった。このような輝度むらは、特に、直下方式のバックライトユニットを利用した液晶ディスプレイに

において画面の輝度むらを招き、商品価値を著しく低下させてしまうのである。

本発明は、輝度むらを実質的に気にならない程度にまで抑制することができる外部電極型放電ランプ、この放電ランプの製造方法及びバックライトユニットを提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 本発明者らは、特許文献1に記載の外部電極型放電ランプを製作して点灯させたところ、ランプの軸方向の両側での輝度むらが大きいことが分かった。そこで、発明者らは種々検討した結果、ガラス管の端部をチップオフ封止すると、封止部における放電空間に面する部分の形状が両側で異なり、ガラス管の両側に構成される第1のコンデンサと第2のコンデンサとの静電容量の差が大きくなることに起因していることが分かった(詳細は後述する)。そして、本発明は、この知見に基づいてなされたものである。

[0007] 上記目的を達成すべく、本発明に係る外部電極型放電ランプは、ガラス管の両端が封止されて形成された放電空間に放電媒体が封入されると共に当該ガラス管の両端側の外周に電極を備え、点灯中は、各電極と、当該各電極と放電空間との間に介在するガラス管とが、等価的に第1のコンデンサと第2のコンデンサとして機能する誘電体バリア放電型であって、前記第1のコンデンサと前記第2のコンデンサとの静電容量が実質的に等しくなるように調整されていることを特徴としている。これにより輝度むらを抑制することができる。

[0008] なお、ここでいう「静電容量が実質的に等しくなるように調整されている」とは、例えば、ガラス管における電極が設けられる部分の厚みを調整したり、ガラス管における電極が設けられる部分に他部材を設けて誘電率を調整したり、電極とガラス管との接触面積を調整したり等することであり、これらを含んだ概念である。

また、両静電容量の差が、小さい方の静電容量に対して20%以内であることを特徴とし、前記ガラス管の端部の内周面における前記電極に対応する各部分の形状が実質的に一致していることを特徴としている。なお、ここでいう「形状が実質的に一致している」とは、各部分の形状が異なっても、各電極における静電容量の差が、小さい方の静電容量に対して20%以内であれば、一致しているものとしている。

[0009] 一方、本発明に係る製造方法は、ガラス管の第1の部位と第2の部位を封止することにより、ガラス管内の放電空間に減圧状態で放電媒体が充填されてなる外部電極型放電ランプの製造方法であって、前記第1の部位の封止は、前記第2の部位を封止したときの前記放電空間に面する部分と略同じ形状を有する端面を備える内挿体を、前記端面が前記放電空間に面する姿勢で、ガラス管の内部と外部とを連通させた状態で前記第1の部位の内周面に固着する固着工程と、前記ガラス管内を減圧して放電媒体を充填する減圧・充填工程と、前記固着工程でガラス管の内部と外部とを連通させていた部分を閉塞する閉塞工程とを経ることを特徴としている。

[0010] 上記製造方法で製造した外部電極型放電ランプは、第1の部位及び第2の部位のそれぞれの封止部における放電空間に面する部分の形状を略同じにすることができる。

さらに、本発明に係るバックライトユニットは、上記構成の外部電極型放電ランプを光源として備えることを特徴している。

上記構成のバックライトユニットでは、外部電極型放電ランプの輝度むらを抑制することができる。特に、外部電極型放電ランプにおける両静電容量の差が、小さい方の静電容量に対して20%以内により、その輝度むらを実質的に気にならない程度にまで抑制することができる。

### 発明の効果

[0011] 本発明に係る外部電極型放電ランプは、静電容量が実質的に等しいので、輝度むらを抑制することができる。特に、両静電容量の差が、小さい方の静電容量に対して20%以内であれば、例えば、バックライトユニットに使用する場合、その輝度むらを実質的に気にならない程度にまで抑制することができる。

また、前記ガラス管の端部の内周面における前記電極に対応する各部分の形状が実質的に一致させることで、両電極での静電容量を実質的に等しくできる。

[0012] 一方、本発明に係る製造方法で製造した外部電極型放電ランプは、第1の部位及び第2の部位のそれぞれの封止部における放電空間に面する部分の形状を略同じにすることができる。このため、当該製造方法で製造された外部電極型放電ランプを点灯させた際に、各電極と、当該各電極と放電空間との間に介在するガラス管とが、

等価的に第1のコンデンサと第2のコンデンサとして機能するときに、両コンデンサの静電容量が実質的に等しくでき、輝度むらを実質的に気にならない程度にまで抑制することができる。

- [0013] 一方、本発明に係るバックライトユニットは、上記構成の外部電極型放電ランプを備えているので、輝度むらについて気にならない程度にまで抑制することができる。

#### 図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本実施の形態に係るバックライトユニットの概略斜視図である。  
[図2]本実施の形態に係るランプの縦断面図である。  
[図3]ガラスバルブの製造工程の概略を示す図である。  
[図4]ガラスバルブの製造工程の概略を示す図である。  
[図5]電圧値を測定した実験の概略を示す図である。  
[図6]電極の大きさが略同じであるランプを点灯させたときの実験結果と、そのときの電位の分布とを示す図である。  
[図7]電極の大きさが異なるランプを点灯させたときの実験結果と、そのときの電位の分布とを示す図である。  
[図8]第2の実施の形態におけるガラスバルブの製造工程の概略を示す図である。  
[図9]変形例におけるビードガラスをガラス管に固着した状態を示す図であり、(a)はビードガラスを固着した部分の縦断面図、(b)はビードガラスを固着した部分の横断面図である。  
[図10]封止部の縦断面図である。  
[図11]電極のコンデンサ容量のバラツキと輝度むらとの関係を測定した実験結果を示す図である。

#### 符号の説明

- [0015]     1   バックライトユニット  
          10   ランプ  
          11   ガラス管  
          14   放電空間  
          15   ガラスバルブ

18, 19 電極  
100 ガラス管  
102, 112 封止部  
200 ビードガラス  
210 貫通孔  
212 端面  
500 ガラス管  
552, 556 封止部  
522, 524 ビードガラス  
523, 525 貫通孔

### 発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、本発明の外部電極型放電ランプ(以下、単に、「ランプ」という。)を用いたバックライトユニットについて説明し、その後ランプ及びこのランプの製造方法について説明する。なお、以下で説明するランプについての仕様、例えば、寸法、コンデンサ容量等は一例であり、本発明はこのような仕様限定されるものではない。

#### 1. バックライトユニットの概略の構成について

図1は、バックライトユニットの概略斜視図であり、内部の様子が分かるように表面側の一部を切り欠いている。ここでいう「表」とは、バックライトユニットがディスプレイに組み込まれた際の画面側を指している。

[0017] バックライトユニット1は、図1に示すように、所定方向(ここでは上下方向)に間隔をおいて複数列に配された直管状のランプ10と、これらのランプ10を収納する筐体20と、この筐体20の開口部を覆う拡散板30とを備える。

筐体20は、底板21と、底板21の周縁から立設する側板22とからなり、例えば、金属材料(鉄)により構成されている。なお、底板21は、ランプ10から裏側に発せられた光を表側に反射させるように、例えば、鏡面仕上げされている。

[0018] ランプ10は、誘電体バリア放電を利用したものであって、本実施の形態では、水平方向に配列された状態で、電氣的に並列接続されている。なお、ここでは、ランプ10は、その軸心が水平方向となるように配列されているが、その軸心を上下方向に配列



しても良い。

拡散板30は、配列された各ランプ10からの光を拡散させて、ディスプレイの画面上での輝度むらを減少させるためのもので、例えば、アクリルが用いられている。

[0019] 2. ランプの構成について

図2は、本実施の形態に係るランプの縦断面図である。

このランプ10は、ガラス管11の両端が封止されてなるガラスバルブ15と、このガラスバルブ15における軸方向の両端側の外周に設けられた電極18、19とを備える。ガラス管11はその横断面形状が円状であり、ガラス管11の内周面には、蛍光体層(例えば、3波長型の蛍光体を含む。)12が形成されている。

[0020] また、両端が封止されたガラス管11の内部に形成された放電空間14には、例えば、水銀や希ガス(例えば、アルゴン、ネオン)等の放電媒体が所定の封入圧で封入されている。なお、放電媒体は、上述したが、減圧状態で放電空間内、つまり、ガラス管11内に充填されている。

ガラス管11の両端が封止され、内部の放電空間14に放電媒体が充填されたものをガラスバルブ15としている。また、封止された部分を、封止部16、17とする。

[0021] ガラス管11には、例えば、ほう珪酸ガラス管が用いられており、その外径が約4(mm)、内径が約3(mm)である。なお、ランプ10の全長は、720(mm)である。このガラス管11の封止は、例えば、ガスバーナーにより端部を加熱溶融させることで行っている。

封止後のガラス管11においては、その端部の内周面の形状が略同じになっている。正確に言うと、封止部16における放電空間14に面する部分16aには、ガラスバルブ15の端側に凹入する凹部16bがある。逆に、封止部16における放電空間14に面する部分16aに放電空間14側に突出する部分があると、放電空間ロスを招くことになるが、放電空間14と反対側(ガラスバルブ15の端側)に凹入する凹部16bの場合、放電空間ロスを招く惧れがなく、封止部16、17における放電空間14に面する部分16a、17aの形状が略等しいとみなすことができる。なお、ガラス管11の端部の封止方法等については後述する。

[0022] 電極18、19は、例えば、銀ペーストがガラスバルブ15の電極形成部分の全周に塗

布されることで構成されている。本実施の形態では、電極18, 19の幅L1は、21(mm)である。

このときの電極18, 19におけるガラスバルブ15の中央側(内方側)の端面18a, 19aと、ガラスバルブ15の端面との距離L2が23(mm)、また、電極18, 19の内方側の端面18a, 19aと封止部16, 17が放電空間14に面している部分16a, 17aとの距離L3が20(mm)とそれぞれなっている。

[0023] 一方、点灯中のランプ10は、各電極18, 19と、当該各電極18, 19と放電空間14との間に介在するガラス管11とが、等価的に第1のコンデンサと第2のコンデンサとして機能する(特開2003-229092号公報参照)。

各電極18, 19に対応するコンデンサの静電容量(以下、この静電容量、略して「電極のコンデンサ容量」という。)を「C」と、ガラス管11の誘電率を「 $\epsilon$ 」と、ガラス管11の厚みを「d」と、電極の実効面積を「S」とそれぞれすると、

$$C = \epsilon * S / d$$

の関係にある(図2参照)。

[0024] なお、ここでいう「電極の実効面積」は、ガラスバルブ15の放電空間14と、各電極18, 19との径方向に重なって接触する部分の面積であり、図2で説明すると、

$$S = \pi * D1 * L3$$

となる。

本発明に係るランプ10は、上述したように、ガラスバルブ15の端部の内周面(ガラス管11の内周面と封止部16, 17における放電空間14に面する部分16a, 17a)の形状が略同じであるため、各電極18, 19の実効面積Sが等しく、結果的に両電極18, 19のコンデンサ容量Cを実質的に等しくできる。

[0025] これに対して従来の製造方法では、一方の端部を先に封止した後、ガラス管内を負圧にした状態で、他方の端部をチップオフ方式で封着している。このため、一方の端部を封着するときは、他方の端が開放されているので、一方の端部側の封着部を所望の形状にできるが、他方の端部を封着するときは、ガラス管内が負圧となっているため、軟化したガラス管端部の管壁が吸引されて、例えば、放電空間の端面に相当する部分がガラス管の管軸に沿って、例えば、特開平5-114387号公報の図3の

ガラスバルブの端部の形状のように、不規則に凹入する。これによって、従来のガラスバルブでは、封止部の形状やガラス管の厚みが両側で異なってしまう。

[0026] このため、ガラスバルブの両側の電極の実効面積や電極のある部分でのガラス管の厚みの差が大きくなり、結果的に両電極のコンデンサ容量の差も大きくなる。発明者らは、ガラス管の端部をチップオフ封止して両側の封止部の形状を略同じにしようとしたが、両側の封止部形状を略同じにすることはできなかった。なお、電極をガラスバルブの中央寄りに設けると、封止部の形状等が静電容量に及ぼす影響が小さくなり、両電極のコンデンサ容量を略同じにできるが、所定の電極間距離を確保すると、ランプが長くなってしまう。

[0027] ここで、両電極について具体的に説明すると、ガラスバルブ15(ガラス管11)の厚み $d$ は、約0.5(mm)、ガラス管11の誘電率 $\epsilon$ (ここでの誘電率は、真空状態の誘電率に対する比である。)が、約6.9であり、また、電極18, 19の表面積 $S$ が、251( $\text{m}^2$ )であり、その容量は、約30.5(pF)である。なお、両電極のコンデンサ容量 $C$ の差は、約3(pF)であった。

[0028] 電極18, 19の幅、位置等は、ガラス管11(ガラスバルブ15)の寸法、発光量等により適宜決定されるが、電極18, 19におけるガラスバルブ15の端側(外方側)の端面(端縁)18b, 19bが、封止部16, 17が放電空間14に面している部分16a, 17aよりも外方側にある方が好ましい。

これは、長さが同じランプであって同じ幅の電極を用いる場合、電極の外方側の端部が封止部の放電空間側の端部よりもランプの内方側にあると、それだけ電極間の距離が短くなり、つまり、ランプ有効発光長が短くなり、ランプから発せられる光束は低下するからである。

[0029] また、蛍光体層で変換された光がランプの外に放射される際に、電極がランプの内方側にある分だけ電極で遮られてしまう光の量が増える。逆に、放電空間における電極よりも外方側に位置する空間からも光が外部へと放射されるが、この空間はバックライトユニット或いは照明装置等への取り付け部分であり、この空間から放射される光は通常利用されることはなく、結果的にランプ全体での発光光束は低下する。

[0030] 従って、ガラスバルブにおける電極部分からランプの外方側は、上述のように、ラン



プの発光に寄与しない部分であり、この部分にまで電極の外方側の端部を伸ばしても、発光特性に与える影響は少なく、このように電極の幅をガラスバルブの端部側へと長くした場合、当該ランプをバックライトユニットに装着した時に、ランプに電力を供給する供給端子との接触面積を広くでき、供給端子との電氣的な接続性を向上させることができる等の効果が得られる。

- [0031] 上記のように両電極18, 19のコンデンサ容量が略一定となると、点灯時のランプ10において両端側の輝度が等しくなり、輝度むらを抑制させることができる(上記構成のランプ10でも点灯試験により確認済み。)

この理由については後述するが、発明者らが種々検討した結果、輝度むらが大きくなる理由は、ガラスバルブ内の水銀のかたより(カタホレシス現象)に起因し、このカタホレシス現象は、最終的には、両電極のコンデンサ容量のバラツキにより発生すると考えたのである。

- [0032] 3. ランプの製造方法

次にランプ10の製造方法、特にガラスバルブ15の製造方法について説明する。なお、ガラスバルブ15の両端外周に設ける電極18, 19については、従来技術と同じであるため、ここでの説明は省略する。

上記構成のガラスバルブは、ガラスバルブを構成するガラス管の一方の端部をチップオフ封止する封止工程と、貫通孔を有するビードガラスをガラス管の他方の封止予定位置に固着するビードガラス固着工程と、ビードガラスの貫通孔を利用してガラス管内を減圧・放電媒体を充填する排気・充填工程と、放電媒体を充填した状態でガラス管におけるビードガラスの固着位置よりも外方側部位をチップオフ封止により仮封止する仮封止工程と、前記ビードガラスの貫通孔を塞ぐ閉塞工程とを経て製造される。

- [0033] それでは、各工程について、図3および図4を用いて説明する。なお、ここでは、上記ランプ10の構成の説明で具体例として示した寸法のガラスバルブ15を、ガラス管100を用いて製造する場合について説明する。

#### (1) 封止工程

まず、所定寸法、例えば、外径4(mm)、内径3(mm)、長さ800(mm)のガラス管

100を用意する。このガラス管100における内周面の所定範囲には、図示していないが、蛍光体12が塗布されている。

[0034] そして、このガラス管100を略垂直に立設させて、図3の(a)に示すように、ガラス管100の下端より少し上側部分(本発明の第2の部位に相当する)、ここでは、下端から2(mm)上方に移った部分を、例えば、ガスバーナーにより加熱し、図3の(b)に示すように、ガラス管100の下端部をチップオフ封止する。この封止した部分を封止部102とし、図2に示す完成したガラスバルブ15の封止部17に相当する。

[0035] チップオフ封止する際は、ガラス管100の封止部102における内周側の端面104を略平坦に、そして外周端面を半球状にそれぞれするために、ガラス管100をその管軸を回転軸として回転(図3の(a)の矢印A方向)させている。

封止部102の端面の平坦化は、以下のようにして行っている。つまり、チップオフ封止する間、ガラス管100の上端の開口から、例えば、窒素ガスをガラス管100の内部に流し込み、ガラス管100の内部を多少加圧状態とし、封止部102の端面が平坦となった時点でガスバーナーによる加熱を止めることで、平坦な端面が得られる。

[0036] また、封止時に、加熱により軟化したガラス管100の管壁同士が結合した状態で、結合部分よりもガラス管の端側に移った位置で残余部分をきり落としている。このように残余部分を切り落とすことで、製造後のガラスバルブ15の封止部17におけるリークの発生を抑制することができる。参考のために、封止部17でリークが発生すると、放電空間14に充填されている放電媒体が漏出し、発光光束の低下、延いては、ランプの不点を招く。

[0037] なお、封止部のリーク発生を抑制するには、上記以外にも、例えば、封止部を焼き込んだり(加熱時間を長くする)、軟化状態のガラス管の管壁同士が結合した状態で、この結合部分に別のガラス管を当接させた後、少し引っ張ったりする方法もある。

## (2)ビードガラス固着工程

次に、ガラス管100に内挿可能なビードガラス(本発明の内挿体に相当する)200を用意する。このビードガラス200は、ガラス管100と同じ材料(ほう珪酸ガラス)であり、円柱状をしていると共に、この管軸方向に延びる貫通孔210を略中央の位置に備えている。また、ビードガラス200の端面212は平坦状をしている。なお、ビードガラス

200の寸法は、外径2.7(mm)、内径1.05(mm)、長さ2.0(mm)である。

- [0038] このビードガラス200を、図3の(c)に示すように、貫通孔210がガラス管100の管軸と略並行となるように、ガラス管100の所定位置(本発明の第1の部位に相当する。)に内挿して固着する。この所定位置とは、図2におけるガラス管11の封止位置であり、ガラス管100の上端から、80(mm)下方に移った位置である。

ビードガラス200の固着は、図示していないが、例えば、ガラス管100を水平にした状態で、ガラス管100の内部にビードガラス200を挿入し、この状態でガラス管100におけるビードガラス200が挿入されている周辺を加熱して、ビードガラス200の外周面と、ガラス管100の内周面とを全周に亘って融着することで行っている。

- [0039] なお、ビードガラス200の固着工程では、ガラス管100内を減圧状態としていないため、ガラス管100の一部を加熱しても、その軟化部分が過度に凹入するようなことはない。

### (3)減圧・充填工程

次に、アマルガム形態の水銀体250をガラス管100内であって、ビードガラス200の貫通孔210を塞がないように、ビードガラス200の上面に配置する。そして、図3の(d)に示すように、ガラス管100の内部を排気して減圧した後、希ガス等を充填する。

- [0040] これにより、ビードガラス200と封止部102との間の空間(この空間は、完成後のガラスバルブ15の放電空間14に相当し、「封止前の放電空間」という。)106内に充填される希ガス及び水銀(正確にはアマルガム形態の水銀体)がガラス管11内に封入されたことになる。

なお、充填する希ガス(アルゴン及びネオン)は、約8(kPa)である。また、ガラス管100の内部は、大気に対して負圧となっている。

- [0041] (4)仮封止工程

排気・充填工程が完了すると、放電媒体を上記封止前の放電空間106に充填した状態を保持して、図4の(a)に示すように、ガラス管100におけるビードガラス200の固着部分より上側部分(封止部102と反対の端部側に位置する部分)を、ここでは、ビードガラス200の上端から、30(mm)上方に移った部分を、ガスバーナーで加熱してチップオフ封止により仮封止する。

[0042] 仮封止時は、ガラス管100の内部が減圧状態となっているため、ガスバーナーで仮封止予定部を加熱して軟化させると、ガラス管100の管壁が内部へと吸引されて、図4の(b)に示すように、仮封止部108の端面が内側に凹んだ形状となる。

次に、ガラス管100における水銀体250の周辺を加熱して、水銀体250から水銀を蒸発させ、この水銀をビードガラス200の貫通孔210から封止前の放電空間106内に充填させる。これにより、封止前の放電空間106内に希ガス及び水銀の充填が完了する。なお、ここで、封止前の放電空間106に充填する水銀量は、約2(mg)である。

[0043] (5) 閉塞工程

仮封止工程が終了すると、図4の(c)に示すように、ガラス管100の上下を反転させて、ガラス管100におけるビードガラス200の下側部分周辺をガスバーナーで加熱して、ガラス管100の対応する部分の管壁を軟化させる。

そして、図4の(d)に示すように、ガラス管100の仮封止部108を除去(この除去した部分を、図4の(e)で符号「100a」で示している)すると、ビードガラス200の貫通孔210を覆っていた熔融状態のガラス材が貫通孔210を介してガラス管100内に吸引されて、ビードガラス200の貫通孔210が閉塞される。

[0044] このとき、ガラス材が貫通孔210の途中まで吸い込まれると、図2で示した凹部16bとなり、貫通孔210の最後(ビードガラス200端面)まで達すると、凹部はできない。

これにより、ガラス管100における封止部102と反対側の封止部110も形成され、ガラスバルブ15の製造が完了する。ビードガラス200は、封止部110でガラス管100の端部と一体化しているが、図4の(e)では、ビードガラス200が分かるように破線で示している。

[0045] なお、閉塞工程では、ガラス管100のビードガラス200下端周辺部を、その周方向にそって均等に熔融するようにガラス管100を回転させている。

上記工程により製造されたガラスバルブ15は、ガラス管100内が減圧状態でないときにビードガラス200を固着しているため、ビードガラス200の固着時に熔融したガラス等が歪に変形するようなことはなくなる。

[0046] また、図4の(e)に示すように、封止部102, 110におけるガラス管110の内側端面

104, 112(図2における、ガラスバルブ15の封止部16, 17が放電空間14に面する部分16a, 17aに相当する。)は互いに平坦状であり略同じ形状となる。当然、ガラス管100の管径は、若干差はあるものの、封止部102, 110における内周面の形状及び寸法は略等しくなる。

[0047] 4. 輝度むらの発生について

発明者らは、従来のランプを用いた場合に、ランプの両側での輝度むらが大きくなる理由について、種々調査した結果、ランプ点灯中に、両側の電極のコンデンサ容量が異なる場合に、ランプの長手方向の中央を基準して、その両側で電位の分布が異なるために生じることが分かった。

[0048] これは、両側の端部形状が同じガラスバルブを用いて、当該ガラスバルブに設ける電極の大きさを変えたランプを実際に製作・点灯させて、電極の電圧値を測定する実験を行った結果分かったことである。

図5は、電圧値を測定した実験の概略を示す図である。また、図6は、電極の大きさが略同じであるランプを点灯させたときの実験結果と、そのときの電位の分布とを示す図であり、図7は、電極の大きさが異なるランプを点灯させたときの実験結果と、そのときの電位の分布とを示す図である。

[0049] 先ず、ランプを点灯させるときの条件について説明する。

ランプ300は、図5の(a)に示すように、各電極E, Fが交流電圧源Va, Vbに接続され、また、両交流電圧源Va, Vbは、GNDに接続されている。

実験に用いたランプは、本発明に係る製造方法で得られたガラスバルブにより構成されている。つまり、ガラスバルブの両端において放電空間に接する内面形状が同じで、両側の電極の大きさが同じもの(本発明に係るランプであり、符号「301」で示す。)と、両側の電極の大きさが異なるもの(従来のランプに相当し、符号「302」で示す。)を用いている。このため、電極の大きさの違いが、各電極のコンデンサ容量の違いとなる。なお、ガラスバルブの肉厚は、両者とも同じである。

[0050] そして、両電極E, Fに印加する交流電圧は、図5の(b)に示すように、同じ振幅(図中「V」で示す。)、同じ周波数で、位相が180(度)ずれており、図5の(a)に示すように、ランプ300を点灯させたときの、電極E, Fにおけるランプ長手方向の内方側の端



(以下、単に、「内方端」とする。)X, Yでの電圧を測定した。

(1)電極が同じ大きさの場合

ランプ301を点灯させたときの、電極E1, F1におけるランプ長手方向の内方端X1, Y1での電圧測定の結果を、図6の(a)に示す。

[0051] この図から、各電極E1, F1の内方端X1, Y1での電圧は、逆位相であるものの、振幅がA1で同じであり、かつ、周波数も同じであることが分かる。このことから、ランプ301に作用している電位は、図6の(b)に示すように、ランプ301の長手方向の中央位置C1で0(V)となり、当該中央位置C1の両側の電位が中央位置C1に対して点対称となっているものと推測できる。図6の(b)は、縦軸が電位(V)で、横軸は、電極E1におけるランプ長手方向の外方側の端(以下、単に、「外方端」という。)から電極F1の外方端までの距離である。

[0052] (2)電極が異なる大きさの場合

ランプ302を点灯させたときの、電極E2, F2におけるランプ長手方向の内方端X2, Y2での電圧測定の結果を、図7の(a)に示す。なお、このランプ302は、図7の(b)から明らかなように、電極E2が電極F2よりも大きく、電極E2, F2のコンデンサ容量も、電極E2側が電極F2側よりも大きくなっている。

[0053] この図から、各電極E2, F2の内方端X2, Y2での電圧は、上記ランプ301を点灯させた場合と同様に、逆位相で周波数が同じであるが、振幅が異なることが分かる。つまり、電極E2に近い端X2での電圧の振幅をA2、電極F2に近い端Y2での電圧の振幅をA3としたときに、

$$A3 < A2$$

の関係にある。このことから、ランプ302に作用している電位は、図7の(b)に示すように、ランプ302の長手方向の中央位置C1よりも電極F2側にずれた位置D2で、0(V)となっているものと推測できる。

[0054] (3)まとめ

一般に、ランプ内の温度は、ランプの各部位での電位に関係しており、電位が0(V)となる箇所の温度が低くなる傾向にある。電極が同じ大きさのランプ301では、電位が0(V)となる箇所は、ランプ301の略中央位置C1となる。一方、電極が異なる大き

さのランプ302においては、電位が0(V)となる箇所は、ランプ302の中央位置C1から電極のコンデンサ容量の小さい電極側(ここでは、電極F2に相当する。)にずれた位置D2となる。

[0055] また、電極付近の温度は、コンデンサの容量に関係する。電極が同じ大きさのランプ301では、両側のコンデンサの容量が等しいために、両側の電極付近の温度が略一定となり、ランプ301内で温度が低くなる位置が略中央位置C1で、しかも、ランプ301の温度分布は中央位置C1に対して両側で略対称となる。一方、電極が異なる大きさのランプ302では、両側のコンデンサの容量が異なるために、両側の電極付近の温度が等しくならず、ランプ302内で温度が低くなる位置が中央位置C1からずれたところとなり、しかもランプ302の温度分布は、中央位置C1に対して両側で対称とはならない。

[0056] 一方、水銀は、温度の低いところに集まる特性を有している。このことから、電極が同じ大きさのランプ301においては、ランプ301の略中央位置C1に水銀が集まり、ランプ301内の水銀の分布は中央位置C1に対して略両側で対象と(等しく)なる。これに対して、電極が異なる大きさのランプ302においては、ランプ302の略中央位置C1からずれた位置に水銀が集まり、ランプ302内の水銀の分布は中央位置C1に対してその両側で非対称と(異なる)となる。つまり、ランプ内にカタホレシス現象が発生しているのである。

[0057] ここで、発明者らは、ランプの長手方向の略中央位置C1に水銀が集まるランプ301、つまり、両電極のコンデンサ容量が同じランプ(301)では、水銀の分布が中央位置C1を基準としてその両側で略同じになり、輝度むらの発生を抑制することができると考え、一方、中央位置C1から一方の電極(ここでは、電極F2)側にずれた位置D2に水銀が集まるランプ302、つまり、両電極E2, F2のコンデンサ容量が異なるランプでは、水銀の分布が中央位置C1を基準としてその両側で異なり、カタホレシス現象が発生して輝度むらが大きくなると考えたのである。

[0058] すなわち、発明者らは、輝度むらが大きくなるのは、ランプ両側にある両電極A, Bのコンデンサ容量の違い(バラツキ)に起因しているという結論に達したのである。なお、図6の(b)及び図7の(b)に示す電位の分布は、概念図であり、コンデンサにおけ

る位相差等は考慮していない。

＜第2の実施の形態＞

上記第1の実施の形態におけるランプ10は、ガラス管100の一端(本発明の第1の部位に相当する。)を封止した後に、他端側(本発明の第1の部位に相当する。)を封止する場合について説明したが、本実施の形態では、ガラス管の両端側(第1の部位及び第2の部位)の2箇所を略同時に封止する場合について説明する。

[0059] 図8は、第2の実施の形態におけるガラスバルブの製造方法を示す図である。

本実施の形態では、まず、ガラス管500は、そのガラスバルブ15の封止部16, 17に対応する位置(本発明の第1の部位及び第2の部位に相当する。)に、図8の(a)に示すように、ビードガラス522, 524が固着されている。

なお、このビードガラス522, 524は、第1の実施の形態で説明したビードガラス200と同じものであり、それぞれ貫通孔523, 525を備え、例えば、第1の実施の形態で説明した方法により固着されている。

[0060] 次に、ガラス管500における封止前の放電空間内502を排気して減圧した後、放電媒体を充填させて、この状態を保持したまま、図8の(b)に示すように、ガラス管500におけるビードガラス522, 524が固着された位置よりも外方側の部分をガスバーナーでチップオフ封止する。これにより、図8の(c)に示すように、ガラス管500の両端が仮封止されたことになる。この仮封止された部分を、仮封止部504, 506とする。

[0061] そして、各ビードガラス522, 524の貫通孔523, 525を、例えば、第1の実施の形態の閉塞工程で説明した方法と同じ方法で仮封止部504, 506を除去して貫通孔523, 525を閉塞する。これにより、図8の(e)に示すように、封止部552, 556を形成されると共にガラスバルブ550が完成する。

本実施の形態のように、ガラス管500の両側を封止するのに、ビードガラス522, 524を用いると、ビードガラス522, 524の対向する面同士が形状が同じであれば、ガラスバルブ550の端部552, 556における内周の端面554, 558の形状が精度一致させることができる。

[0062] ＜変形例＞

以上、本発明を各実施の形態に基づいて説明したが、本発明の内容が、上記の実

施の形態に示された具体例に限定されないことは勿論であり、例えば、以下のような変形例を実施することができる。

1. 輝度むらの抑制方法について

発明者らは、種々の検討により、ランプの両端で輝度むらが発生する原因が両電極のコンデンサ容量の差によるものであることを見つけ出し、まず、コンデンサの静電容量に比例する電極の実効面積を略一定にするために、ガラスバルブにおける端部の内周面の形状を略一定に形成することを検討し、上記実施の形態で説明した製造方法を発明した。

[0063] しかしながら、実施の形態で説明した製造方法以外でも、発明者らは電極のコンデンサ容量を一定して、輝度むらを抑制できることを見出している。

(1) 電極について

例えば、電極の幅をガラス管の内周面の形状に合わせて適宜決定するようにして、電極の実効面積を略一定にするようにしても良い。より具体的には、図2に示すように、電極の幅L1、或いは、電極のガラス管端面からの距離L2を変更すれば良い。

[0064] なお、電極の幅L1を変更する場合には、電極の幅L1を予め長めにしておき、電極におけるガラスバルブの端部側に近い部分を削除すれば、ランプの発光に影響を与えないで実施できる。

(2) 誘電率について

実施の形態では、ガラスバルブの外周面に電極を直接設けているが、例えば、ガラス管と電極との間に絶縁層を形成して誘電率を変更させて、電極のコンデンサ容量を略一定にしても良い。このような絶縁層としては、樹脂材料があり、例えば、硬化前の樹脂を塗布したり、樹脂にガラス管の端部を浸漬させたり、或いは、半硬化状態の樹脂フィルムを貼着したりすることで実施できる。

[0065] 2. ランプについて

本発明に係るランプを適用させた例として、直下方式のバックライトユニットについて説明したが、当然、導光板方式のバックライトユニットにも適用できる。この場合、ガラス管は、U字状、L字状に湾曲した形状であっても良い。本発明に係るランプは、さらに一般照明装置の光源としても用いることができる。

[0066] 3. 電極について

実施の形態では、電極は、導電性の銀ペースト塗布して構成されているが、これに限定されるものではない。例えば、導電性テープにより電極を構成することもできる。

また、電極は、ガラス管の外周全周に亘って、つまり、周方向に連続して形成されているが、断続的に形成することで、電極の実効面積を調整しても良い。但し、この場合、電極のコンデンサ容量は、電極のある部分を対象としなければならない。

[0067] なお、実施の形態では、それぞれの電極は1つの電極部で構成されていたが、例えば、2以上の電極部で構成しても良い。つまり、電極は、2以上の電極部を有し、これら電極部をガラス管の軸方向に並列状に配置しても良い。そして、一つの電極部とガラス管との接触面積を調整して、静電容量を実質的に等しくなるようにしても良い。

さらに、それぞれの電極は、1つの材料(具体的には銀ペースト)により構成していたが、2以上の材料から構成しても良い。例えば、電極は、第1の材料からなる第1の電極部と、第2の材料からなる第2の電極部とを有し、これら第1の電極部と第2の電極部をガラス管の管軸方向に並列に配設しても良い。そして、一方の電極部とガラス管との接触面積を調整して、静電容量を実質的に等しくなるようにしても良い。

[0068] 4. ビードガラスについて

(1) 全体の形状

上記実施の形態では、ビードガラスは、略中央に貫通孔を有する円柱状をしていたが、他の形状であっても良い。例えば、実施の形態でのビードガラスの一方の端面が半球状をしていても良い。この場合、貫通孔を閉塞した後に、ビードガラスの外方側の端面の形状を容易に半球状にできる。

[0069] (2) 貫通孔について

実施の形態では、ビードガラス200の外周面と、ガラス管100の内周面とを全周に亘って融着している。しかしながら、例えば、ビードガラス200とガラス管100とを部分的に融着して、ガラス管100におけるビードガラス200よりも内側の空間と、ビードガラス200よりも外側に位置する空間とが連通させる(この部分を連通部という。)ようにすれば、ビードガラス200は貫通孔を備えていなくても、ガラス管100におけるビードガラス200よりも内側の空間に放電媒体を充填でき、実施の形態と同様に、ガラスバ



ルブ15における端部の内周面形状を略同様にできる。

- [0070] 図9は、変形例におけるビードガラスをガラス管に固着した状態を示す図であり、(a)はビードガラスを固着した部分の縦断面図、(b)はビードガラスを固着した部分の横断面図である。また、図10は、変形例における封止部の縦断面図である。

ビードガラス710は、軸心方向に延伸する溝712を外周面に備え、この溝712が塞がれないように、ガラス管700に固着されている。そして、ガラス管700におけるビードガラス710よりも外側部分が仮封止された後、溝712を閉塞すれば、図10に示すように、ガラス管700の端部720が封止できる。なお、溝712を完全埋めようとすると、ビードガラス710における放電空間側の端縁側も加熱する必要がある。

- [0071] (3)材料

上記各実施の形態では、内挿体として、ガラス管100, 500と同じ材質のビードガラス200, 522, 524を用いたが、本発明における内挿体はビードガラスに限定するものでなく、熱膨張係数がガラス管と同程度のガラス材であれば良く、この場合封着部のリークに対する信頼性等問題はない。

- [0072] 上記実施の形態では、バックライトユニットの筐体を金属材料で構成していたが、他の材料を用いて構成しても良い。他の材料として、例えば、ポリエチレンテレフタレート(PET)等の樹脂材料を用いても良い。当然、他の樹脂材料を用いて良いのは言うまでもない。

#### 5. 輝度むらについて

上記第1の実施の形態では、ガラスバルブ15の両側の電極のコンデンサ容量のバラツキが、約9.8(%)であったが、このバラツキは、両コンデンサ容量の小さい方の値に対して10(%)以内であれば良い。これは、コンデンサ容量のバラツキが10(%)以内で生じる輝度むら(このときの輝度むらは、後述の図11では、7.5(%)以内となる。)では、人の目では認識できないからである。

- [0073] さらに、例えば、バックライトユニットに用いられるランプでは、拡散板と共に用いられることが多く、この場合、ランプの輝度むらが10(%)程度までであれば実使用上問題なく、このように輝度むらが10(%)以内となるのは、後述するが、コンデンサ容量のバラツキが20(%)以内である。

以下、20(%)以内であれば良い理由について説明する。

[0074] 図11は、電極のコンデンサ容量のバラツキと輝度むらとの関係を測定した実験結果を示す図である。なお、図では、電極のコンデンサ容量のバラツキを「コンデンサ容量バラツキ」として表示している。

同図中のコンデンサ容量バラツキは、両側の電極のコンデンサ容量のうち、大きい方の最大コンデンサ容量C1と、小さい方の最小コンデンサ容量C2とから、以下のよう、算出している。

[0075]  $\text{コンデンサ容量バラツキ} = (\text{最大コンデンサ容量} C1 - \text{最小コンデンサ容量} C2) / \text{最小コンデンサ容量} C2$

同様に、輝度むらは、ランプ点灯時に最も明るい箇所付近の最大輝度I1と、最も暗い箇所付近の最小輝度I2とから、以下のよう、算出している。

$\text{輝度むら} = (\text{最大輝度} I1 - \text{最小輝度} I2) / \text{最小輝度} I2$

ランプの輝度むらとコンデンサ容量バラツキとは、図11に示すように略線形な関係にあり、ランプの輝度むらをY、コンデンサ容量バラツキをXとすると、両者は、

$$Y = 0.2562 * X + 4.97$$

の関係にある。

[0076] そして、ランプの輝度むらが10(%)以内となるコンデンサ容量バラツキは、20(%)以下であることが図11から分かる。なお、例えば、コンデンサ容量バラツキを10(%)以下とすれば、ランプの輝度むらを7.5(%)以内に抑えることができ、バックライトユニットとしてさらに高品質化を図ることができる。

#### 6. 減圧・充填工程

上記の実施の形態では、減圧工程の最初、つまり、ガラス管100, 500の内部を減圧する前に水銀体250をガラス管100, 500の内部に配置し、封止前の放電空間106, 502への水銀の充填は、ビードガラス200, 522, 524の貫通孔210, 523, 525を閉塞する前に行っている。

[0077] しかしながら、封止前の放電空間へ水銀の充填は、ガラス管の端部を仮封止する前に行い、この状態で、仮封止及びビードガラスの貫通孔の閉塞を行っても良い。或いは、封止前の放電空間への水銀の充填は、ガラス管におけるビードガラスが固着

している側の端部の仮封止の際に略同時に行なっても良い。

このように、封止前の放電空間へ水銀の充填は、ビードガラスの貫通孔を閉塞する際に、封止前の放電空間内に水銀が充填されていれば良く、その充填するタイミングは、ガラス管の仮封止時の前後を問わない。

[0078] なお、本発明でいう「減圧・充填工程」は、ガラス管内の減圧、そして、放電空間内に封入するための水銀(実施の形態では水銀体)と希ガスを充填する工程をいうものとする。

#### 7. 仮封止工程について

上記の実施の形態では、ビードガラス200, 522, 524の貫通孔210, 523, 525を閉塞する閉塞工程の前に行なっているが、仮封止工程を省いて、減圧・充填工程後に閉塞工程を行なうようにしてもランプの製造はできる。但し、この場合、水銀の封止前の放電空間への水銀の充填は、当然、ビードガラスの貫通孔を閉塞する前に行なう必要がある。

#### [0079] 8. 閉塞工程について

上記実施の形態では、閉塞工程で、仮封止部を除去しているが、ビードガラスの貫通孔を(本発明の固着工程でガラス管の内部と外部とを連通させていた部分に相当する。)閉塞できれば、除去しなくても良い。但し、除去した方が、ランプの全長が短くなることは言うまでもない。

#### 産業上の利用可能性

[0080] 本発明は、カタホレシス現象の発生し難い外部電極型放電ランプとして利用できる。

## 請求の範囲

- [1] ガラス管の両端が封止されて形成された放電空間に放電媒体が封入されると共に当該ガラス管の両端側の外周に電極を備え、点灯中は、各電極と、当該各電極と放電空間との間に介在するガラス管とが、等価的に第1のコンデンサと第2のコンデンサとして機能する誘電体バリア放電型の外部電極型放電ランプにおいて、  
前記第1のコンデンサと前記第2のコンデンサとの静電容量が実質的に等しくなるように調整されていることを特徴とする外部電極型放電ランプ。
- [2] 両静電容量の差が、小さい方の静電容量に対して20%以内であることを特徴する請求項1に記載の外部電極型放電ランプ。
- [3] 前記ガラス管の端部の内周面における前記電極に対応する各部分の形状が実質的に一致していることを特徴とする請求項1又は2に記載の外部電極型放電ランプ。
- [4] ガラス管の第1の部位と第2の部位を封止することにより、ガラス管内の放電空間に減圧状態で放電媒体が充填されてなる外部電極型放電ランプの製造方法であって、  
前記第1の部位の封止は、  
前記第2の部位を封止したときの前記放電空間に面する部分と略同じ形状を有する端面を備える内挿体を、前記端面が前記放電空間に面する姿勢で、ガラス管の内部と外部とを連通させた状態で前記第1の部位の内周面に固着する固着工程と、  
前記ガラス管内を減圧して放電媒体を充填する減圧・充填工程と、  
前記固着工程でガラス管の内部と外部とを連通させていた部分を閉塞する閉塞工程と  
を経て行われることを特徴とする外部電極型放電ランプの製造方法。
- [5] 前記充填工程と閉塞工程との間に、  
内挿体が固着されたガラス管における当該内挿体の外方側部位を仮封止する仮封止工程を含む  
ことを特徴する請求項4に記載の外部電極型放電ランプの製造方法。
- [6] 前記内挿体は、当該内挿体の端面間を貫通する貫通孔を備え、前記固着工程では、内挿体の外周面とガラス管の内周面とを全周に亘って溶着し、

閉塞工程では、前記貫通孔を閉塞する

ことを特徴とする請求項4に記載の外部電極型放電ランプの製造方法。

- [7] 前記内挿体は、前記ガラス管と略同じ成分を含んだガラスにより構成されている

ことを特徴とする請求項4に記載の外部電極型放電ランプの製造方法。

- [8] 前記第2の部位は、チップオフ封止されており、前記第1の部位の封止は、前記第2の部位が封止された後に行われる

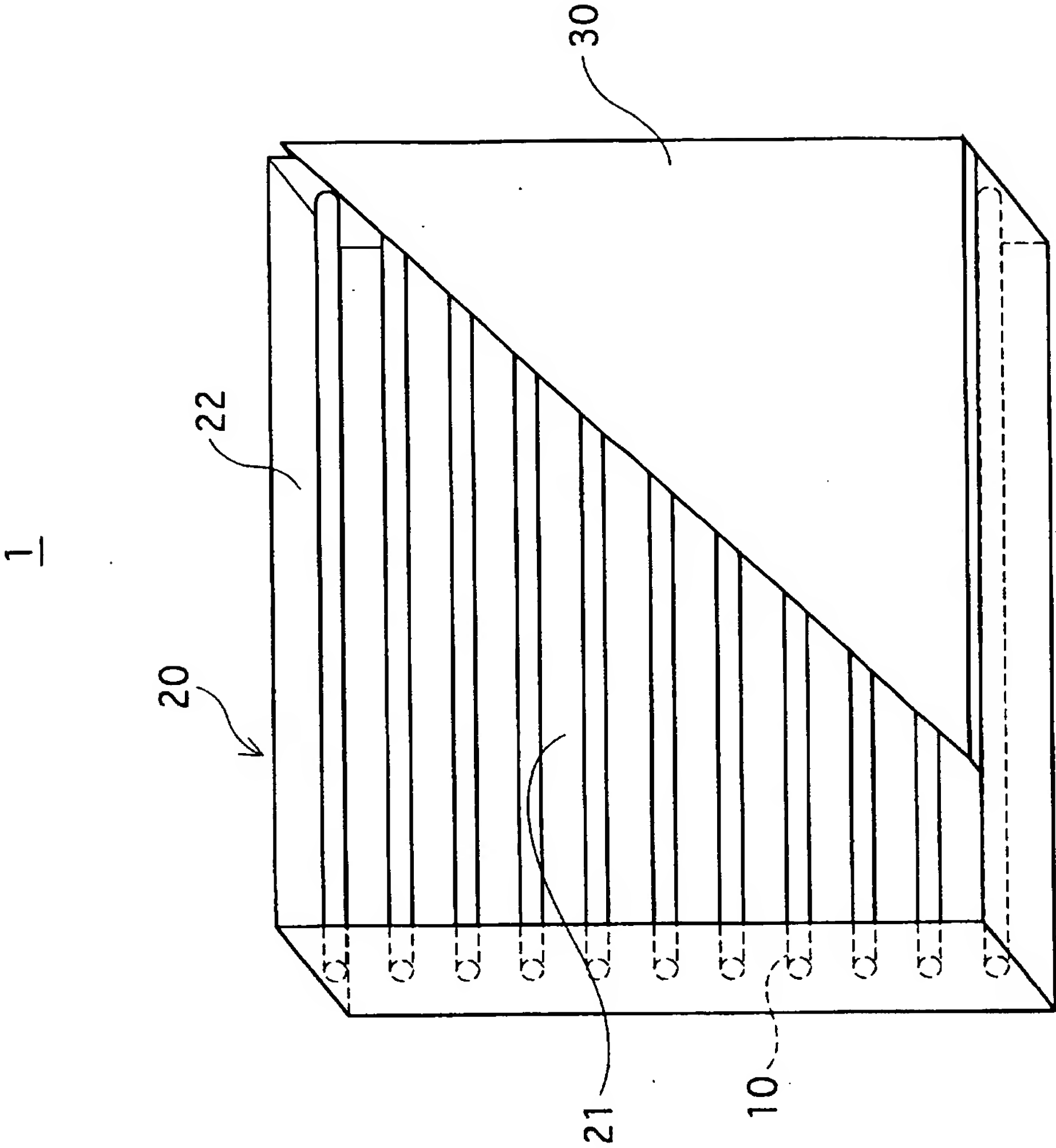
ことを特徴とする請求項4～7の何れか1項に記載の外部電極型放電ランプの製造方法。

- [9] 請求項1～3のいずれか1項に記載の外部電極型放電ランプを光源として備えることを特徴とするバックライトユニット。

- [10] 複数の前記外部電極型放電ランプを用いた直下方式であることを特徴とする請求項9に記載のバックライトユニット。

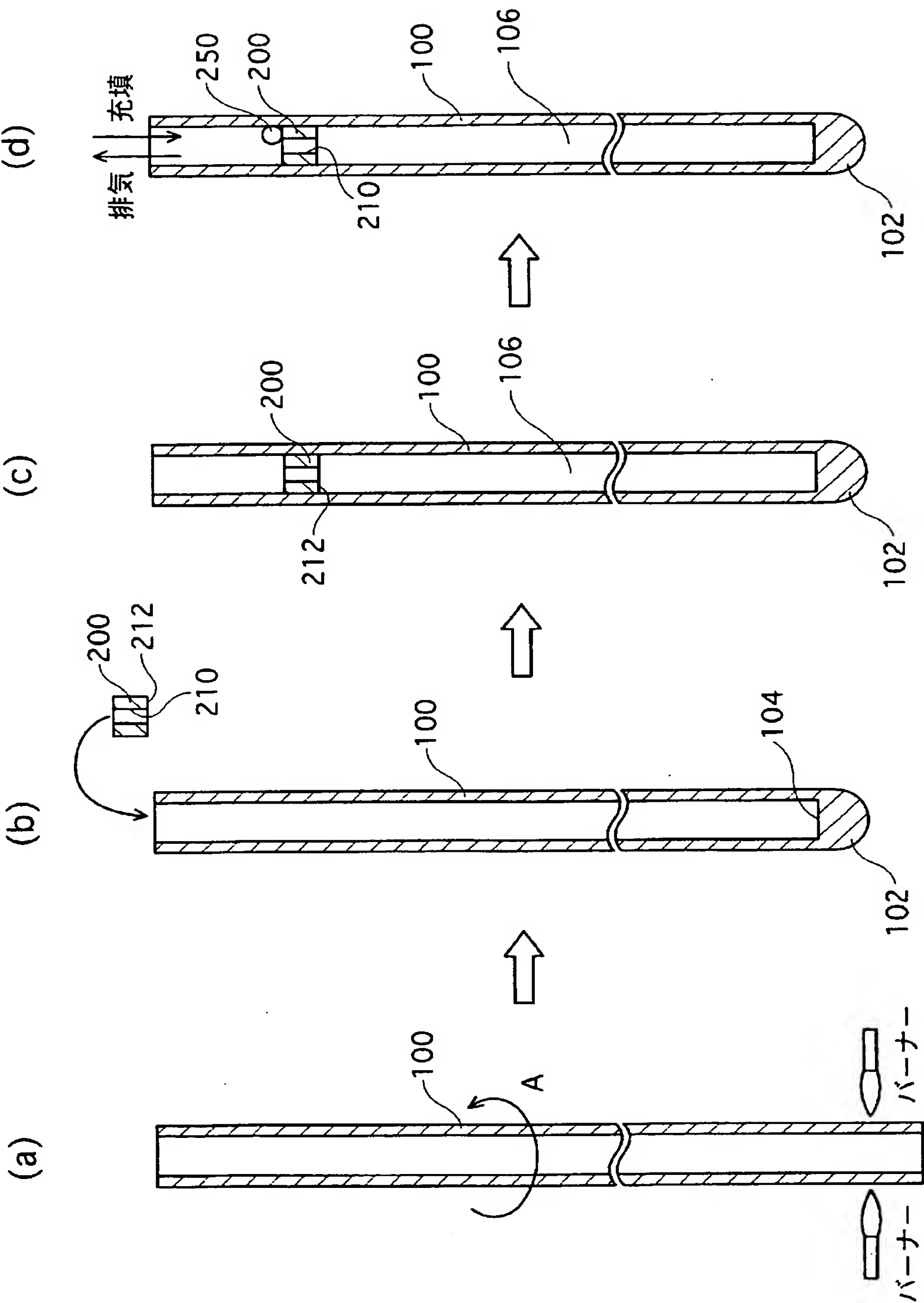


[図1]

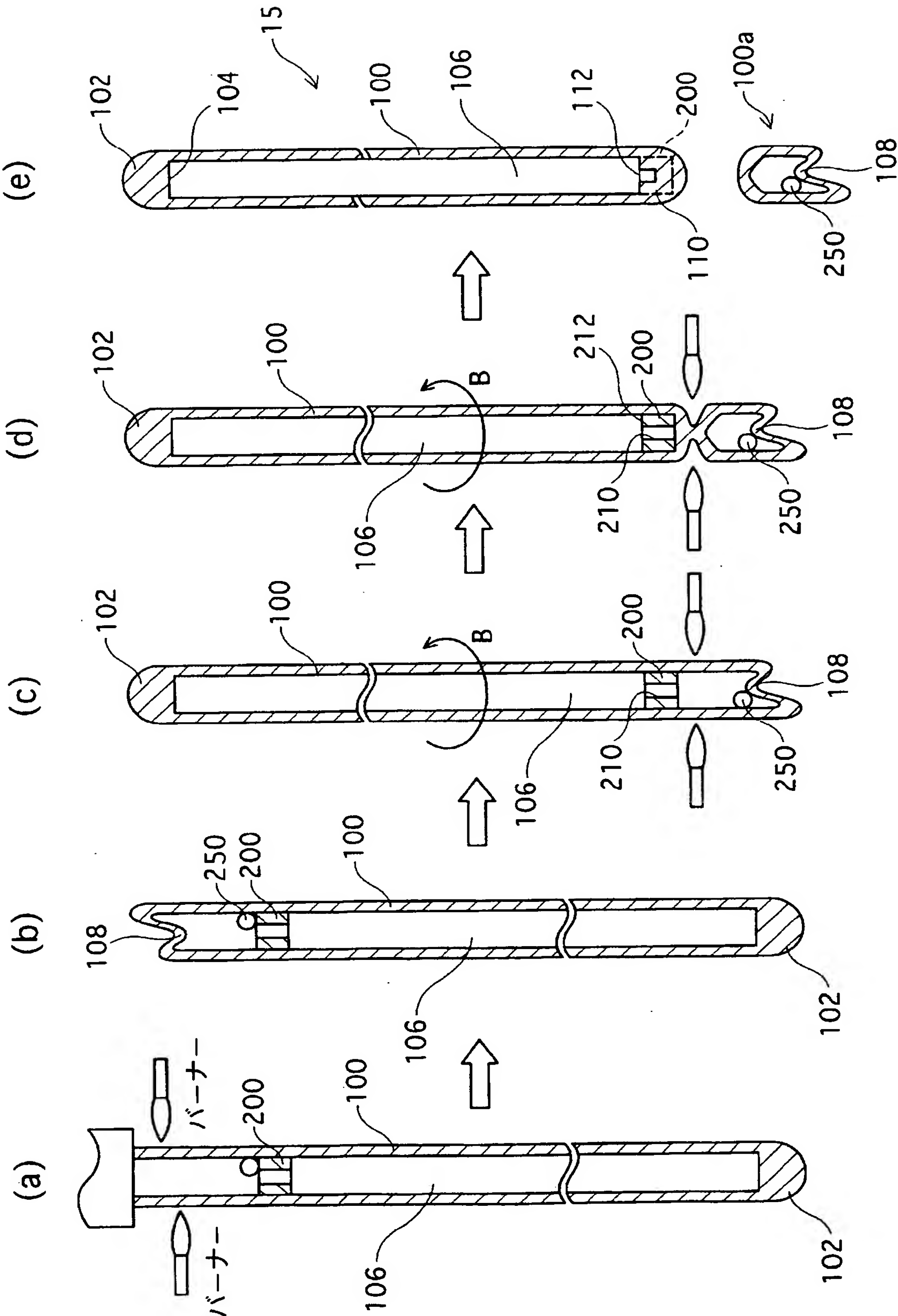




[図3]

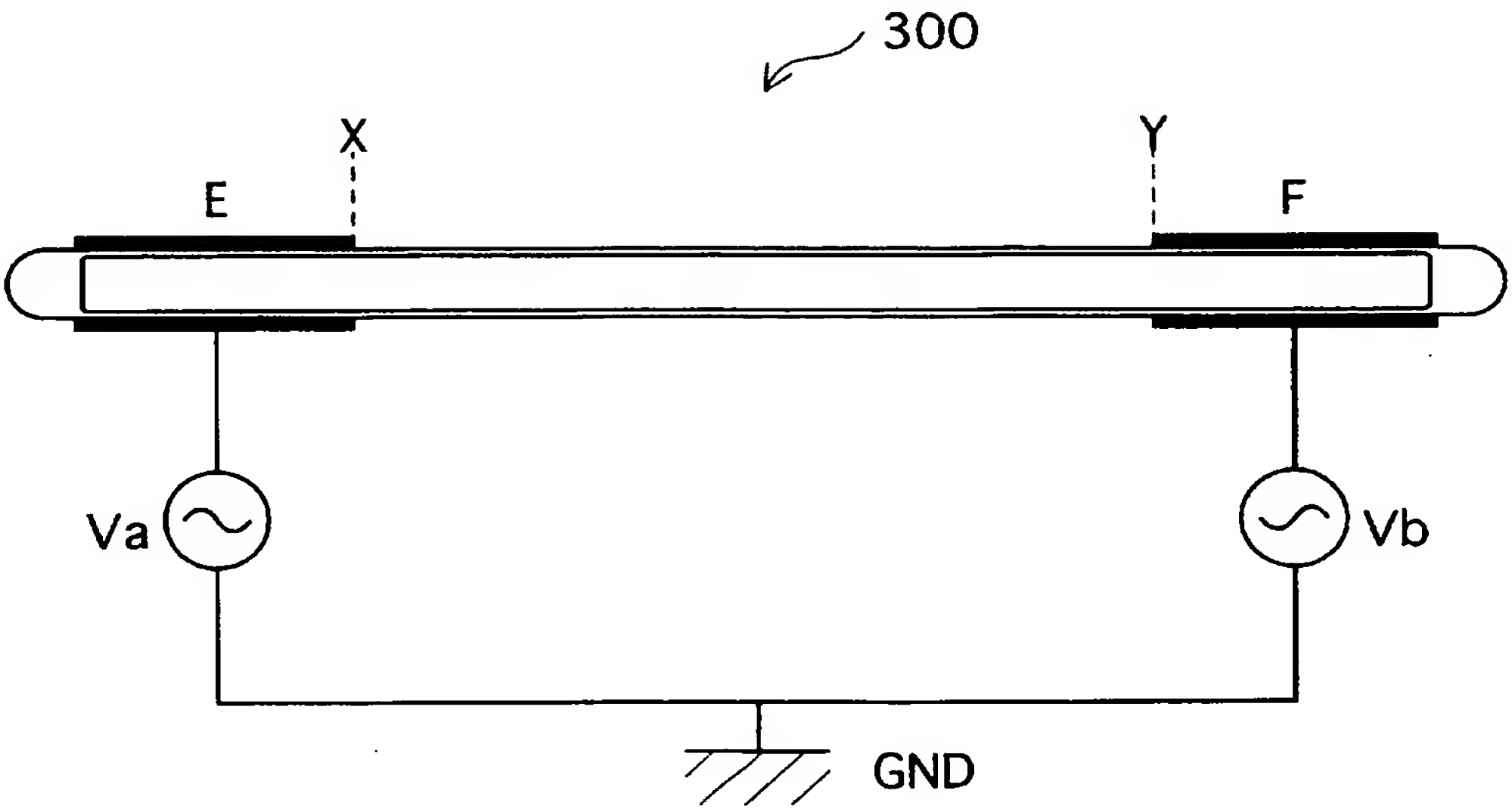


[図4]

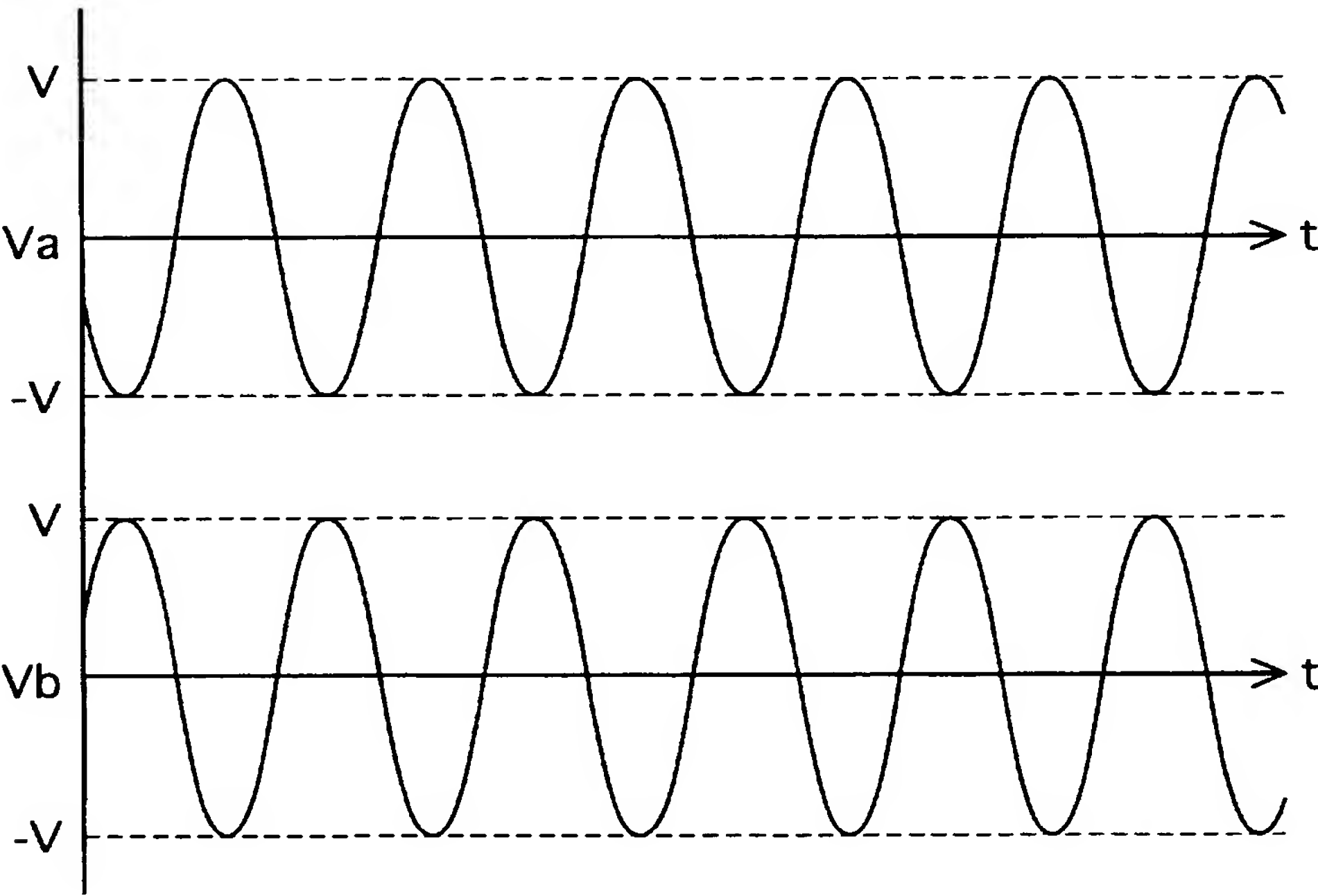


[図5]

(a)



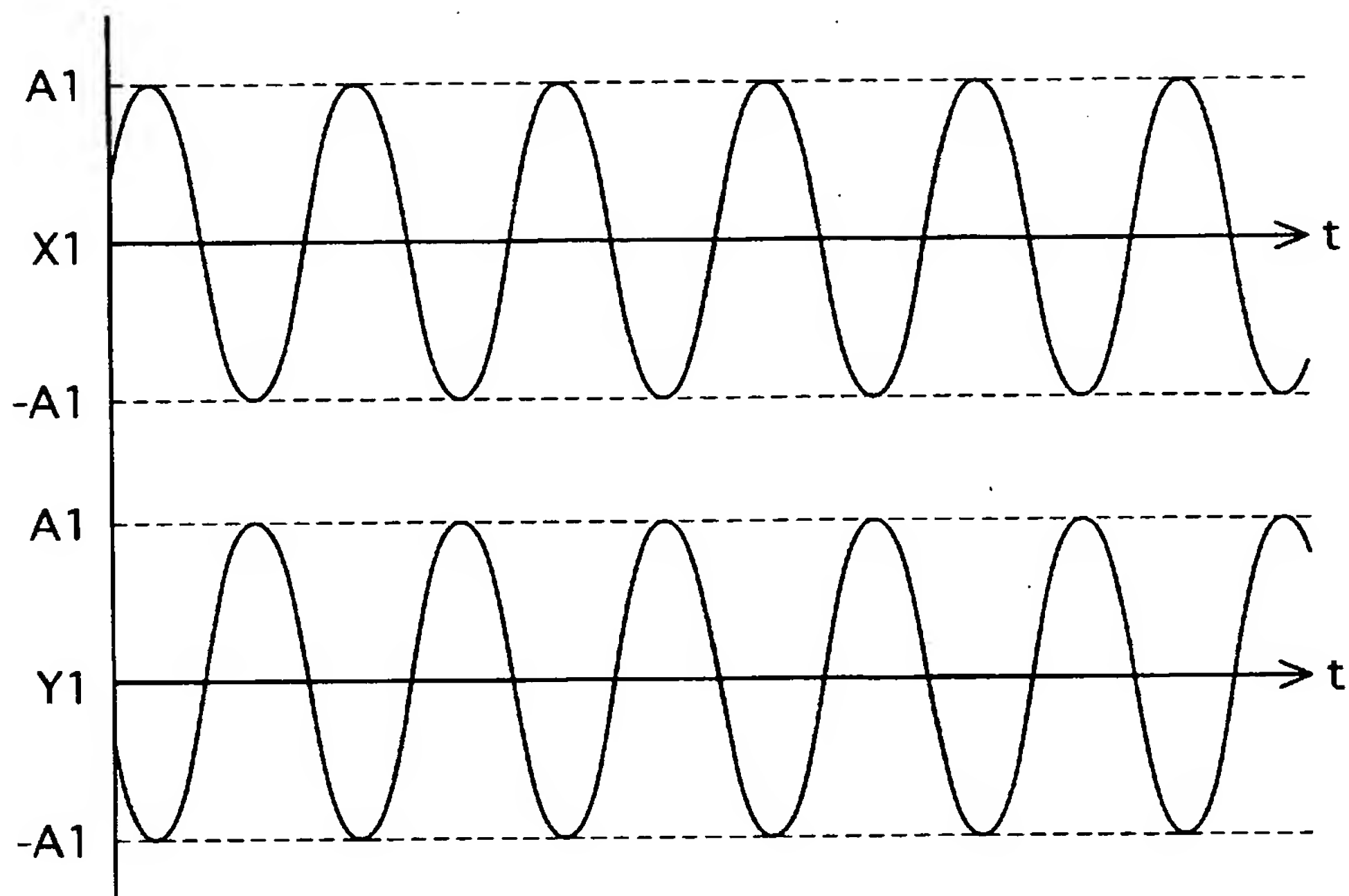
(b)



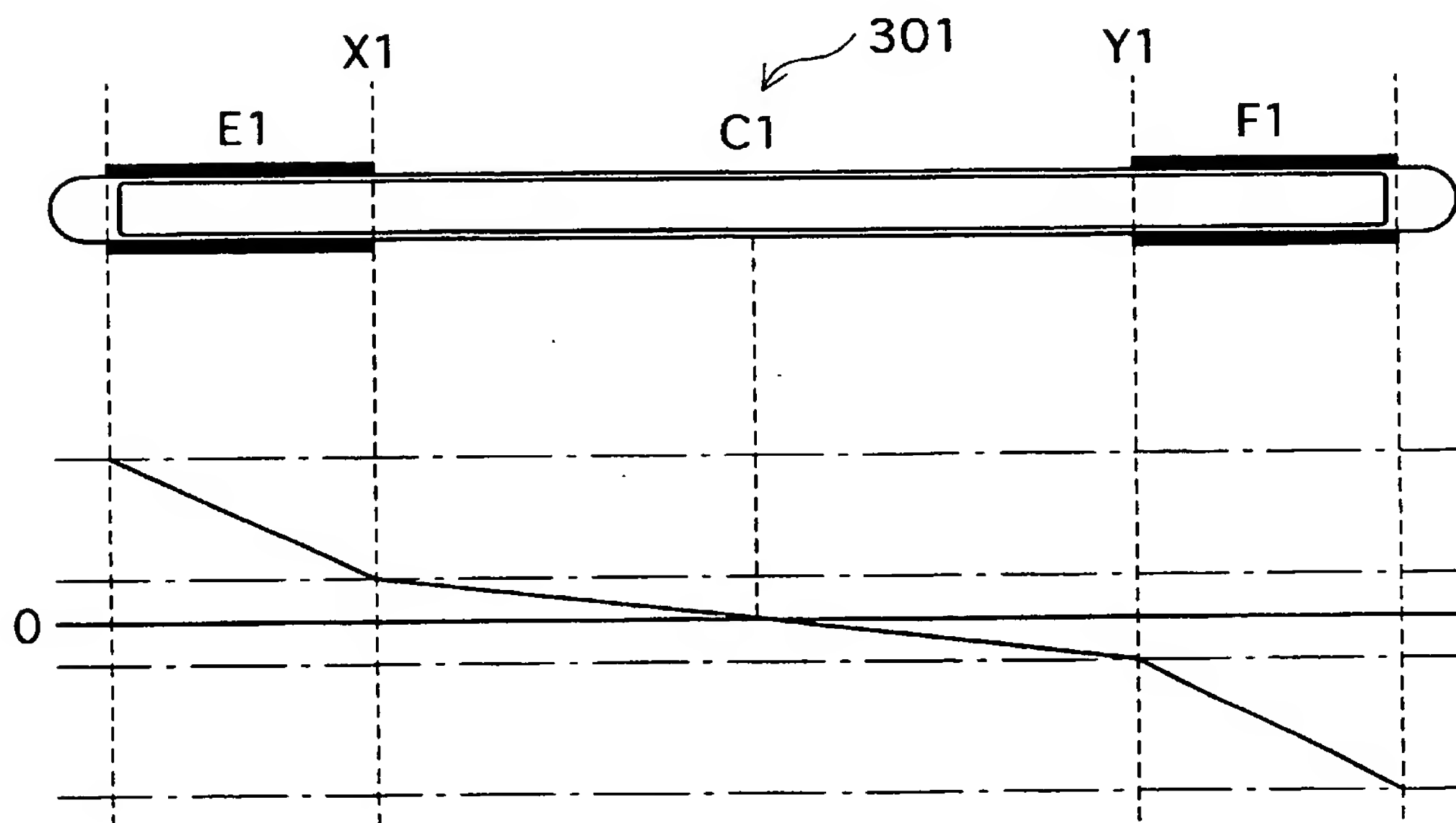


[図6]

(a)

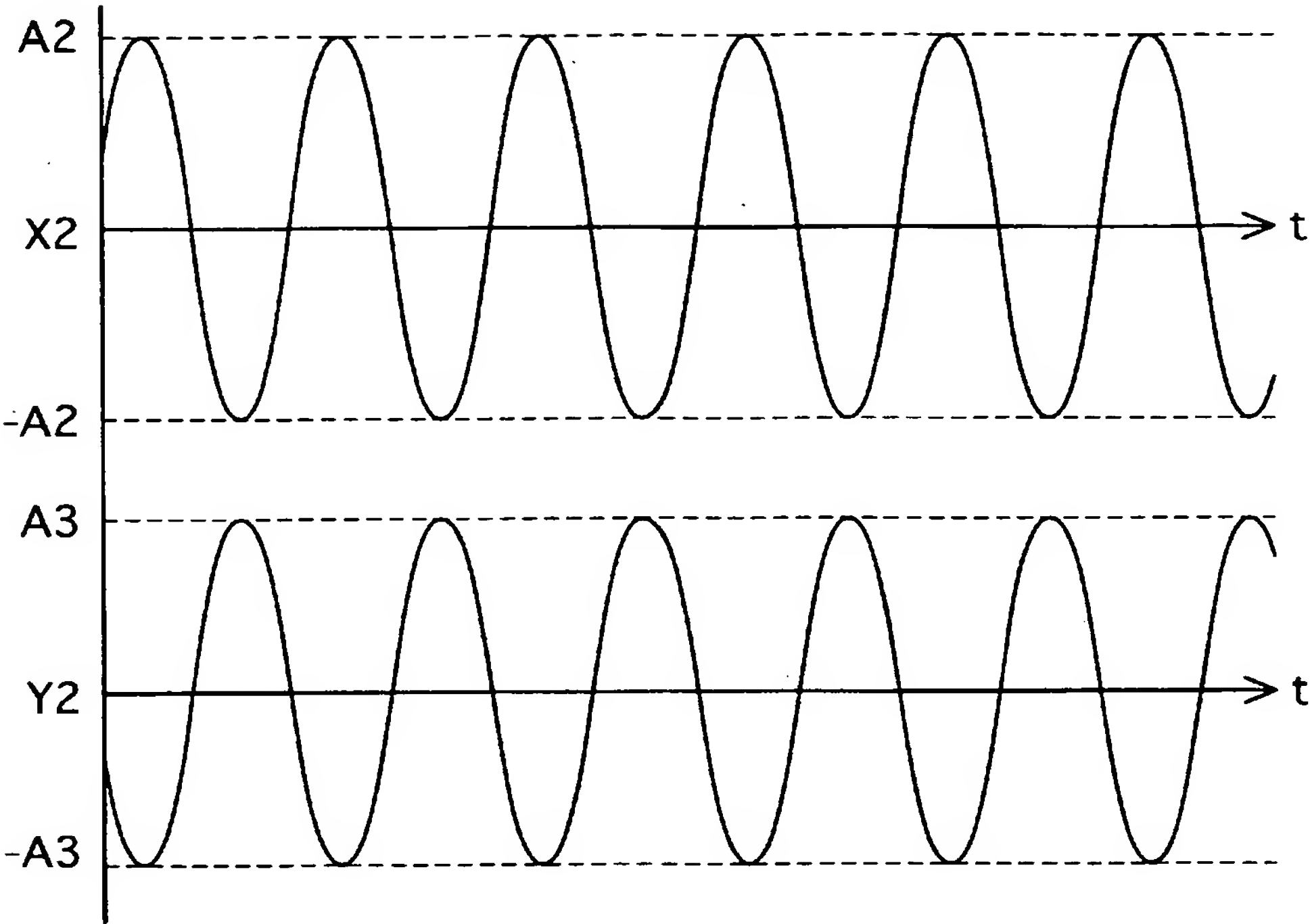


(b)

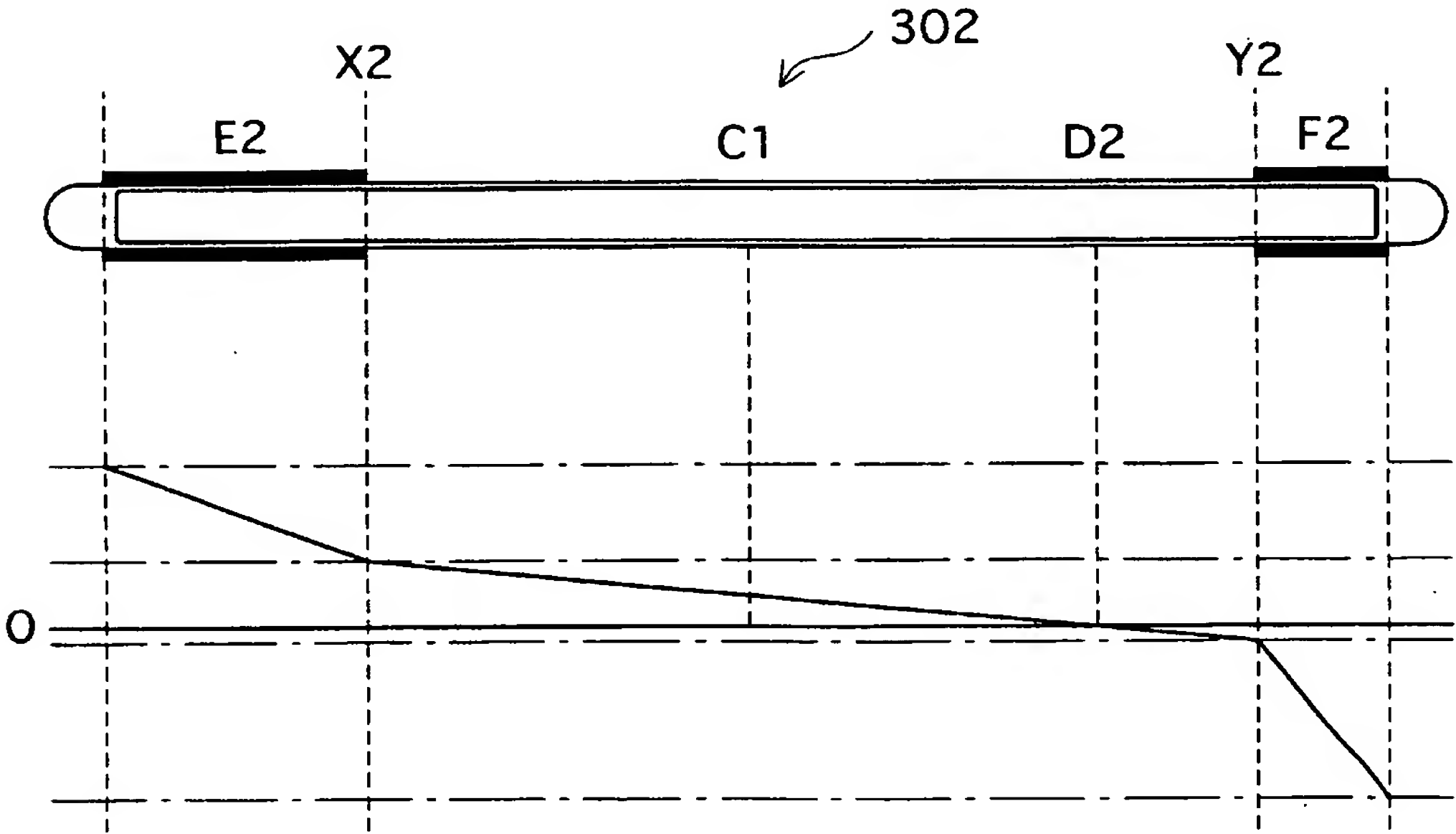


[図7]

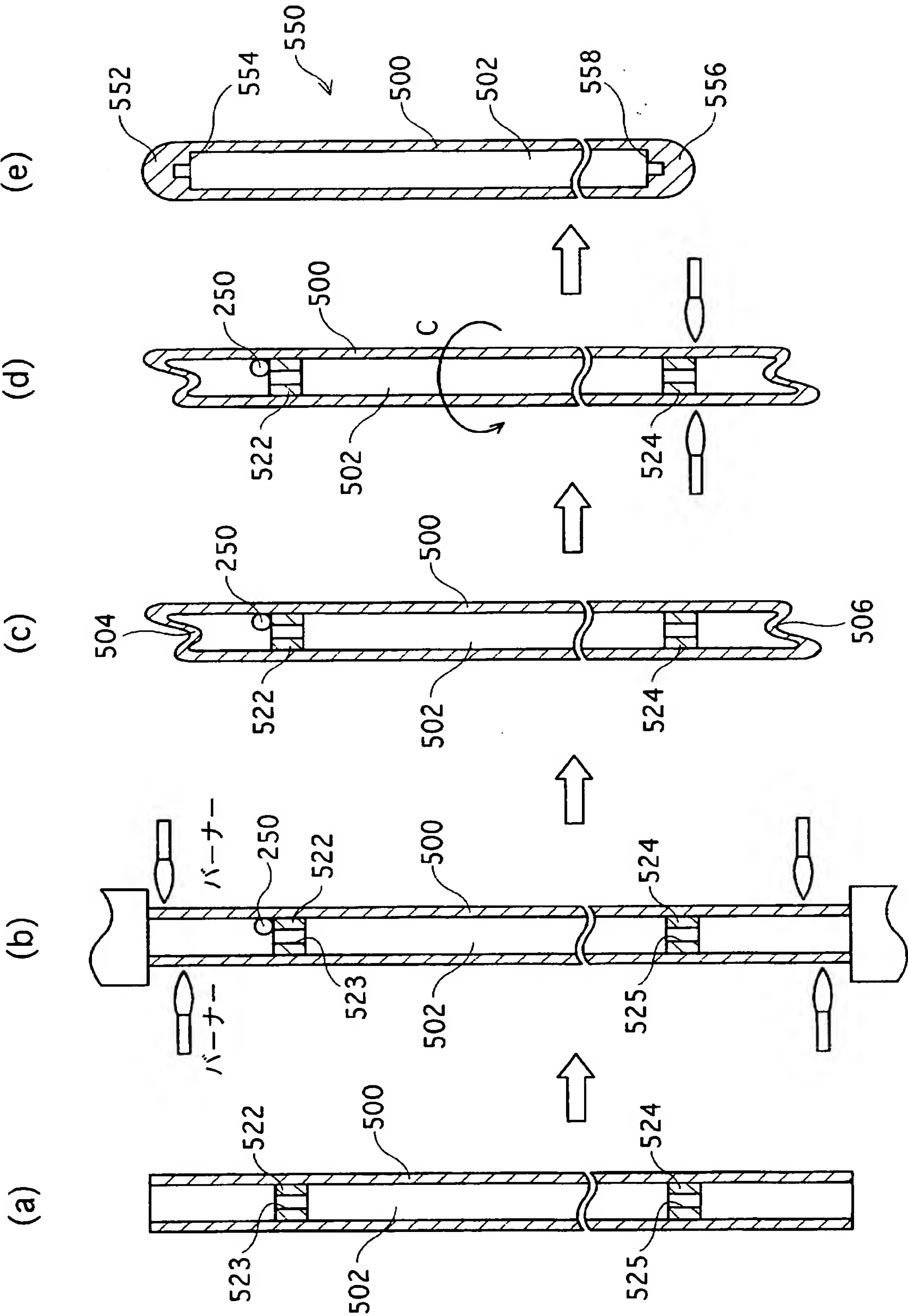
(a)



(b)

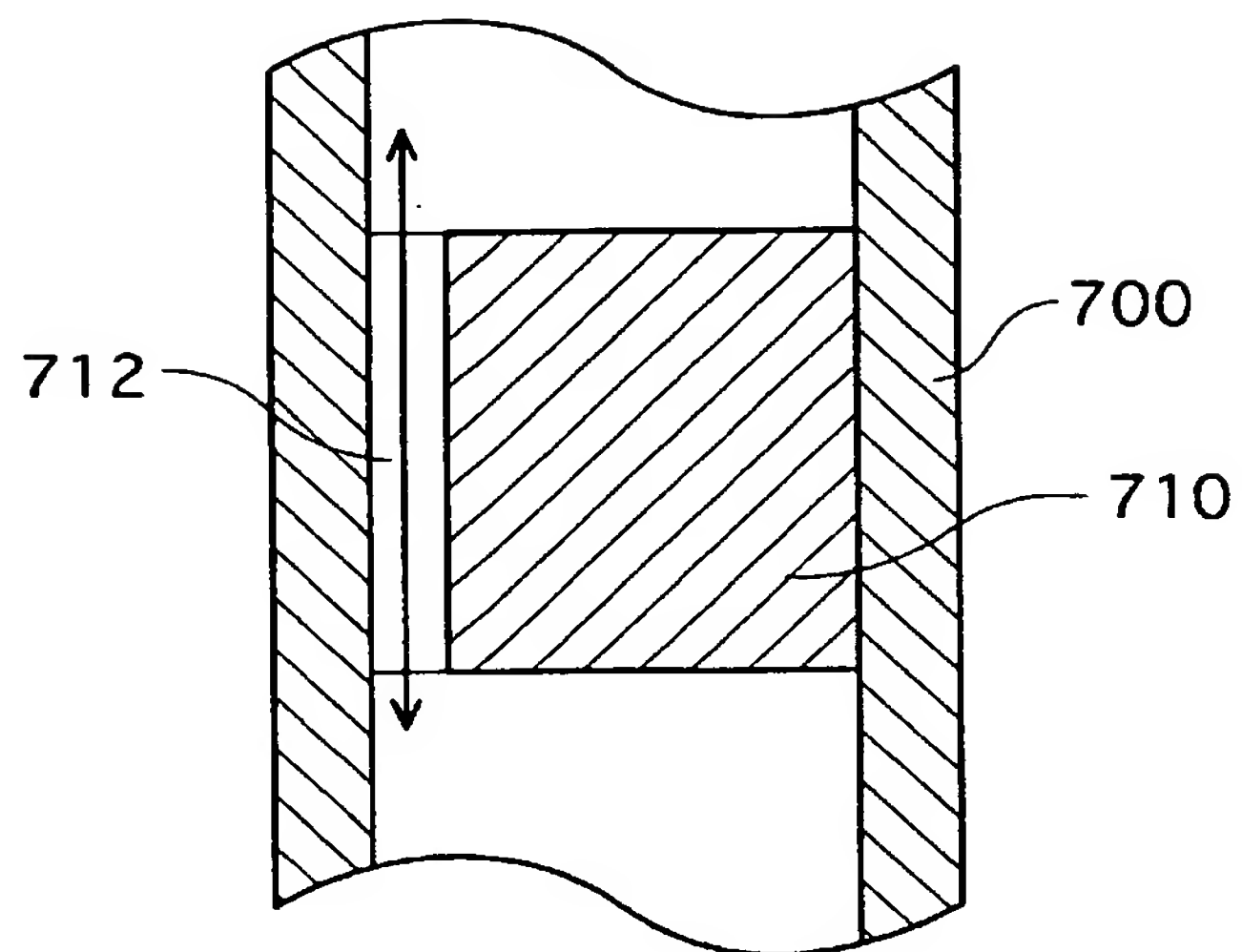


[図8]

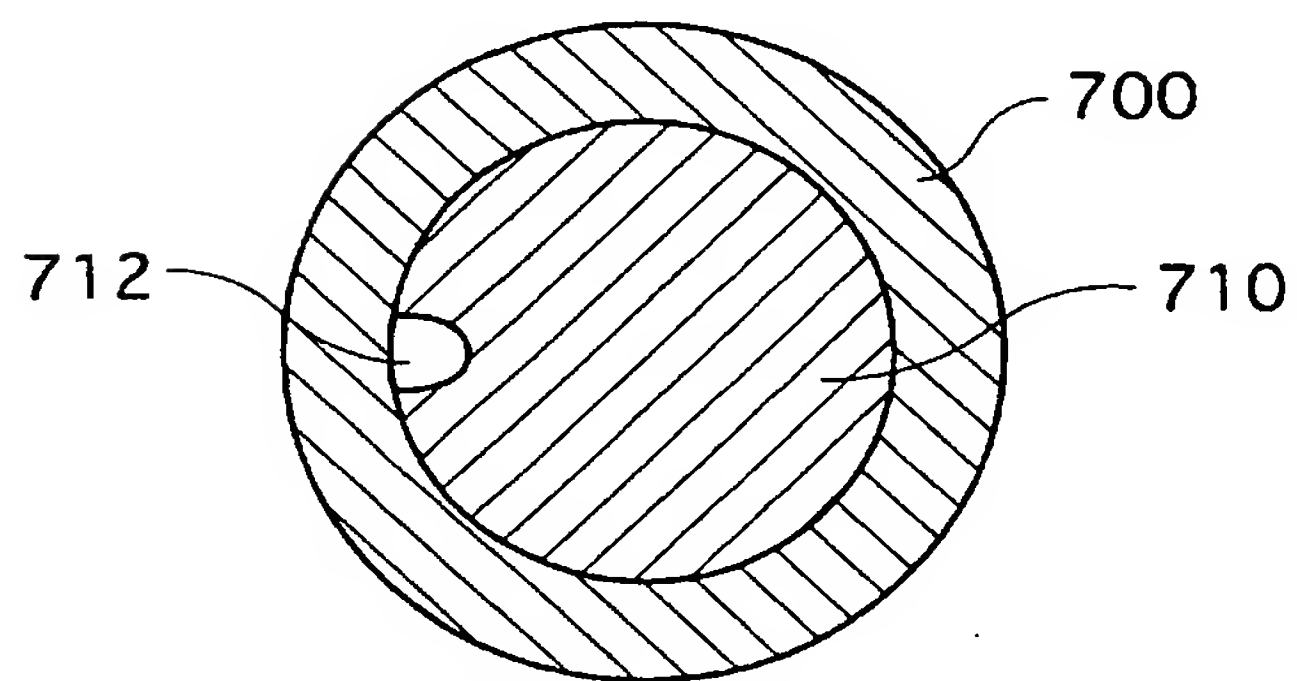


[図9]

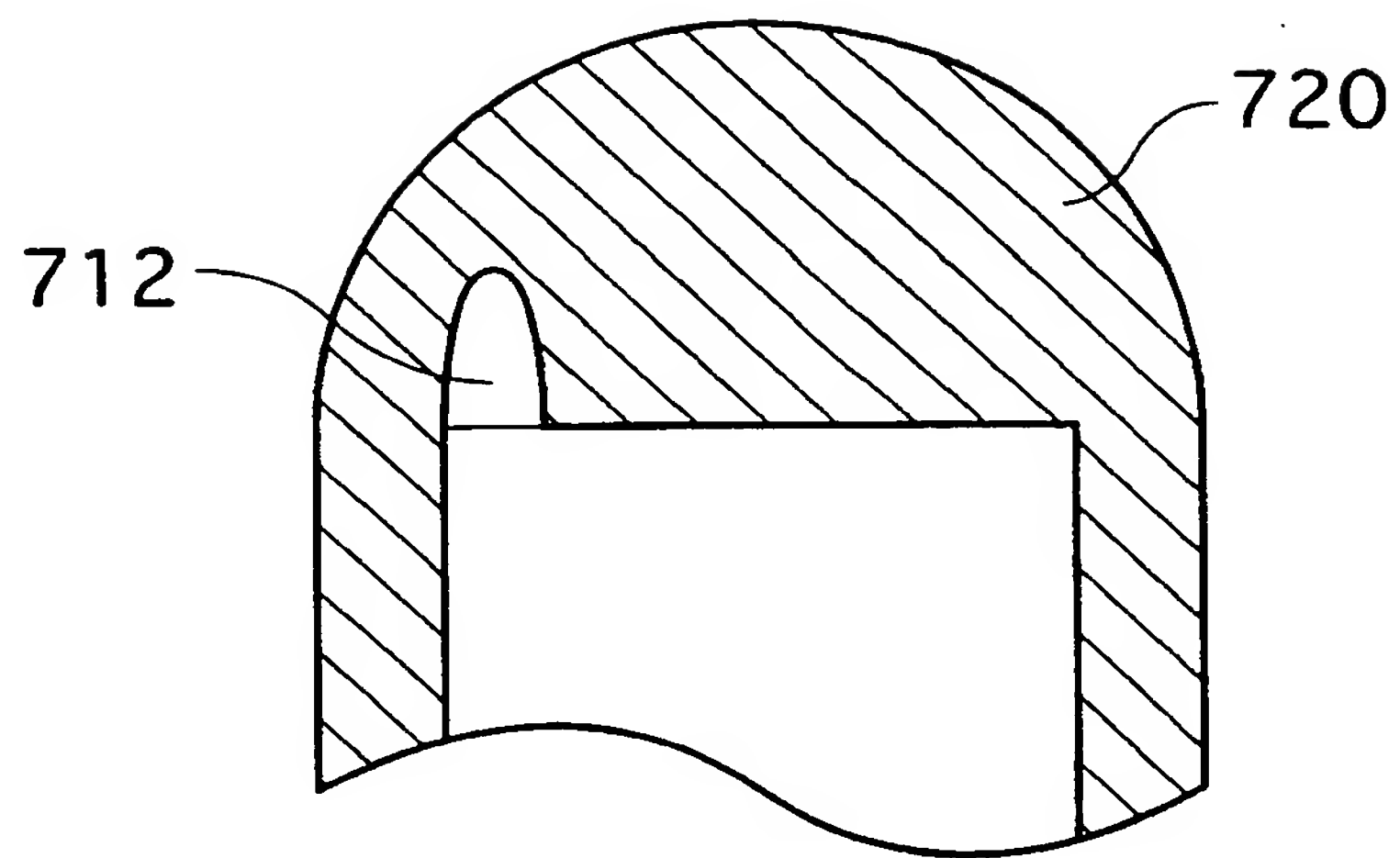
(a)



(b)



[図10]



[図11]

